

P1-TYÖMAAN LOPPUVAIHEEN AIKATAULU

Joonas Janhunen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) JANHUNEN, Joonas	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 7.5.2012
	Sivumäärä 33	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (x)
Työn nimi P1-TYÖMAAN LOPPUVAIHEEN AIKATAULU		
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) KORPINEN, Jussi		
Toimeksiantaja(t) Total Kiinteistöpalvelut Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön aiheena oli P1-työmaan loppuvaiheen aikataulu. Opinnäytetyönä laadittiin Kyllön terveysaseman työmaalle loppuvaiheen aikataulu, jossa huomioitiin P1-puhtausluokitus. Lisäksi opinnäytetyöhön koottiin yleisiä ohjeita P1-työmaan loppuvaiheen suunnittelusta.</p> <p>Total Kiinteistöpalvelut Oy on Jyväskylän kaupungin omistama yritys, jonka toimialoihin kuuluu kiinteistöhuolto ja -hoito, turvapalvelut, siivouspalvelut, logistiikka, suunnittelu ja rakentaminen. Total Kiinteistöpalvelut Oy on perustettu vuonna 2007, ja se työllistää tällä hetkellä noin 400 työntekijää.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia työmaalle toimiva loppuvaiheen aikataulu, jossa on otettu huomioon työmaan erityispiirteet. Opinnäytetyössä käsitellään aikataulun tekoprosessin eri vaiheita pääurakoitsijan näkökulmasta. Opinnäytetyön aineiston lähteenä olivat pääosin työmaan ajallista suunnittelua käsittelevät ratu-kortistot sekä urakka-asiakirjat. Opinnäytetyön perustana oli työmaan alussa tehty yleisaikataulu, johon urakoitsijat olivat sitoutuneet. Aikataulusuunnittelussa käytettiin myös hyväksi eri urakoitsijoiden kokemuksia P1-luokitelluista työmaista ja niiden ajallisesta suunnittelusta.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi työmaalle loppuvaiheen aikataulu, jossa on otettu huomioon työmaan kannalta olennaiset työvaiheet sekä työmaan erityispiirteet. P1-puhtausluokitus vaikutti loppuvaiheen ajalliseen suunnitteluun vain vähän, vaikka se täytyi ottaa huomioon lähes jokaisessa työvaiheessa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Aikataulut, Luovutus, Puhtausluokka P1, Sisäilmasto		
Muut tiedot		



Author(s) JANHUNEN, Joonas	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 07052012
	Pages 33	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (x)
Title FINAL STAGE SCHEDULE OF P1-PURITY CLASS SITE		
Degree Programme Civil Engineering		
Tutor(s) KORPINEN, Jussi		
Assigned by Total Kiinteistöpalvelut Oy		
<p>Abstract</p> <p>The subject of this bachelor's thesis was the final stage schedule of P1- site. The schedule for the final stage of the Kyllö health center site was drafted, in which attention was paid to purity class of P1. In addition, some general instructions about P1-site final stage planning were collected.</p> <p>Total Kiinteistöpalvelut Ltd is a company owned by the City of Jyväskylä the sectors of which include real estate maintenance and management, security services, cleaning services, logistics, engineering and construction. Total Kiinteistöpalvelut Oy was established in 2007 and it currently employs approximately 400 employees.</p> <p>The purpose of this study was to prepare practical final stage schedule for the site, which takes into account the specific characteristics of the site. This thesis deals with the schedule making process of the different phases from the main contractor's perspective. The source of the collected data were mainly Ratu-catalogs and contract documents of the construction site time planning process. The base of this study was the general schedule made in the beginning of the site, to which contractors were committed. In the process of scheduling were used also experiences of the contractors on P1-sites.</p> <p>The result of thesis was the final stage schedule to the site, in which the relevant stages and specific characteristics of the site were taken into account. P1-purity class affected the final stage scheduling only slightly, even though it had to be taken into consideration in almost every working phase.</p>		
Keywords Indoor air, P1-purity class, Schedule		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT	3
2 P1-PUHTAUSLUOKKA	7
2.1 P1-puhtausluokan toteutusohjeet.....	7
2.2 P1-luokituksen vaikutus aikatauluun.....	11
3 AIKATAULU	12
3.1 Rakennushankkeen aikataulut	12
3.2 Aikataulun laadinta	14
3.3 Aikataulujen esitystapoja.....	15
3.3.1 Jana-aikataulu	16
3.3.2 Paikka-aikakaavio	17
4 TYÖMAAN LOPPUVAIHE	18
4.1 Loppuvaiheen piirteet.....	18
5 P1-TYÖMAAN LOPPUVAIHEEN AIKATAULUN LAADINTA.....	19
5.1 Kohteen tiedot	19
5.2 Aikataulupohjan laadinta.....	22
5.3 Lopullisen aikataulun laadinta	24
6 YHTEENVETO.....	27
7 POHDINTA.....	28
LÄHTEET	30

KUVIOT

KUVIO 1. Rakennushankkeen organisaatio	4
KUVIO 2. Esimerkki suojaseinästä ja P1-osaston merkinnästä	8
KUVIO 3. Ilmanvaihdon vaatimukset	10
KUVIO 4. Siivouksen puhtausvaatimukset	11
KUVIO 5. Aikataulukaavoja.....	15
KUVIO 6. Aikataulukaavoja.....	15
KUVIO 7. Jana-kaavioesimerkki	16
KUVIO 8. Paikka-aikakaavioesimerkki	17
KUVIO 9. Työmaan pohjakuva hahmotelma	21

LIITTEET

LIITE 1. P1-työmaan loppuvaiheen aikataulu, osa 1	31
LIITE 2. P1-työmaan loppuvaiheen aikataulu, osa 2	32
LIITE 3. P1-työmaan loppuvaiheen paikka-aikakaavio	33

1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

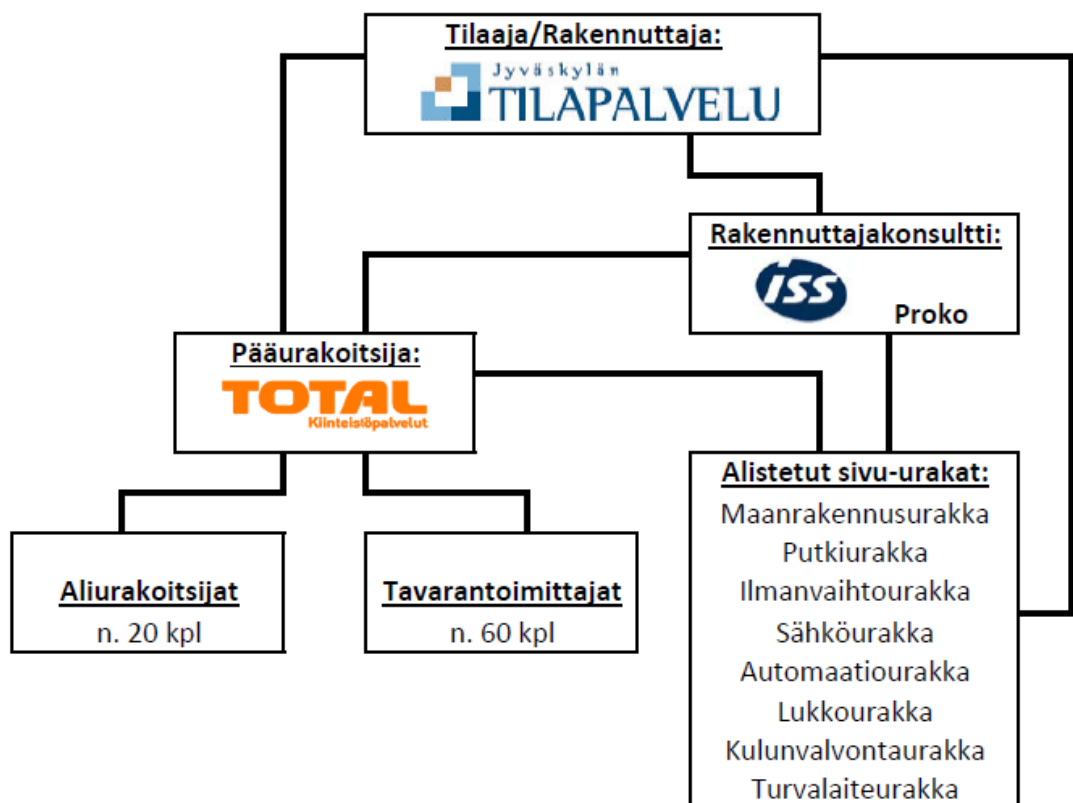
Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä Total Kiinteistöpalvelut Oy:lle Kyllön terveys-
aseman peruskorjausvaiheiden 6-9 loppuvaiheen aikataulu, jossa otetaan huomioon
työmaan P1-luokitus. Tarve loppuvaiheen aikataululle johtui P1-luokituksen erityis-
piirteistä, kuten myös työmaan laajuudesta. Lisäksi tilaaja on asettanut työmaalle
sakolliseksi tavoitteeksi toimintakokeiden aloituspäivämäärän.

Opinnäytetyössä oli tarkoitus rakentaa aikataulupohja normaalin aikataulun laadin-
nan mukaan ja tämän jälkeen käyttää hyväksi urakoitsijoiden kokemusta aikaisem-
mista P1-puhtausluokan työmaista ja muodostaa näin haastatteluiden avulla loppu-
vaiheen aikataulu kyseessä olevalle työmaalle. Näin oli tarkoitus saada esille P1-
puhtausluokituksen tuomat vaikutukset loppuvaiheen aikatauluun. P1-
puhtausluokan vaikutuksesta työmaan aikataulun suunnitteluun ei ole vielä kirjallista
materiaalia, joten tarkoituksena oli esittää myös lopputuloksena yleisiä ohjeita, joita
on hyvä ottaa huomioon P1-työmaan loppuvaiheen suunnittelussa.

Opinnäytetyön aikataulu nimettiin loppuvaiheen aikatauluksi, koska siihen haluttiin
mukaan myös sisävalmistusvaiheen töitä, jotka on mitoitettava työmaan valmistumi-
sen varmistamiseksi. Normaalisti työmaasta tehdään luovutusvaiheen aikataulu, joka
käsittelee työmaan viimeisiä työvaiheita luovutukseen saakka. Loppuvaiheen aikatau-
lu kuvaa paremmin opinnäytetyön aikataulun lopputulosta.

Total Kiinteistöpalvelut Oy on Jyväskylän kaupungin omistama yhtiö, jonka toimialoja
ovat kiinteistöhuolto ja -hoito, turvapalvelut, siivouspalvelut, logistiikka, suunnittelu
ja rakentaminen. Vuoden 2007 alusta Total Kiinteistöpalvelut Oy on toiminut erillise-
nä yhtiönä, joka tarjoaa palveluitaan julkiselle puolelle ja yksityisille yrityksille. Kysei-
nen hanke on Total Kiinteistöpalvelut Oy:n suurimpia tähän mennessä toteutettuja
hankkeita.

P1-työmaan loppuvaiheen aikataulun ohjeistukset ja malli on myös hyödyllinen tuleville työmaille, sillä lähes kaikki Jyväskylän Tilapalvelun työmaat on luokiteltu P1-luokkaan ja P1-luokitus on yleistymässä myös yksityisen rakentamisen puolella. Jyväskylän Tilapalvelu on Jyväskylän kaupungin omistama liikelaitos, joka vastaa julkisten kiinteistöjen ja huoneistojen hallinnoinnista sekä ylläpidosta. Yleisesti ottaen P1-luokiteltujen työmaiden määrä on kasvussa, sillä se vaikuttaa oleellisesti työmaan puhtauden- ja kosteudenhallintaan. P1-puhtausluokan määräykset vaikuttavat oleellisesti työmaan laadunvarmistuksen suunnitteluun. Kuviossa 1 esitellään rakennushankkeen organisaatio.



KUVIO 1. Rakennushankkeen organisaatio

Työn käsitteistöä

Alistettu sivu-urakka	Alistamisella rakennuttaja siirtää pääurakoitsijalle eri urakoitsijoiden töiden yhteensovittamisen sekä velvollisuuden huolehtia siitä, että alistetut sivu-urakoitsijat suorittavat työnsä urakkasopimuksensa mukaisesti. (RT 80271 2000, 2.)
INSTA 800	Siivouksen lopputuloksen määrittelevä pohjoismainen laatustandardi, joka mittaa siivouksen tulosta määriin perustuvien menetelmin.
Itselle luovutus	Kukin urakoitsija suorittaa omien töidensä tarkastuksen ja varmistaa, että kaikki urakkaohjelman mukaiset työt ja sovitut lisä- ja muutostyöt on suoritettu suunnitelmien mukaan.
LVIAS-tekniikka	Lyhenne rakennuksen talotekniikoista eli lämpö-, vesi-, ilmanvaihto-, automaatio- ja sähkötekniikka.
Osastointi	Suojaseinillä tehtävä aluerajaus työmaalla. Voi käsittää myös yli- tai alipaineistuksen.
P1-puhtausluokka	Rakentamista ohjaava luokitus, jonka tavoitteena ovat lähes pölyttömät työmaat. Vaikuttaa työmaan toimintatapoihin sekä suunnitteluun.
Paikka-aikakaavio	Paikan ja ajan suhteen työvaiheet esittävä kaavio.

Päätoteuttaja/urakoitsija	Tilaaajan sopimuskumppani, joka on vastuussa työmaan muista urakoitsijoista, työmaan johdosta, järjestelyistä, turvallisuudesta ja laadunvarmistuksesta.
Rakennuttajakonsultti	Tilaaajan asiantuntija edustaja, joka valvoo ja ohjaa hankkeen toteutuksen tilaajalle.
Tilaaja	Henkilö tai yritys, jonka lukuun rakennustyö tehdään ja joka ottaa vastaan rakennus työn.
Toimintakoevalmius	Rakennustyömaan rakennettavat tai korjattavat tilat on siivottu ja ovat pölyttömät toimintakokeita varten. Lisäksi varmennustarkastukset on suoritettu.
Toimintakokeet	Varmistetaan, että talotekniikkajärjestelmät ja -ohjelmat toimivat suunnitelmien mukaisella tavalla poikkeustilanteessa sekä normaalissa käytössä.
Varmennustarkastus	Putki-, ilmanvaihto-, sähkö- ja automaatiourakoitsijat ovat suorittaneet urakkaohjelman mukaiset tarkastukset.
Vastaanottotarkastus	Vastaanottotarkastuksessa on todettava, onko aikaansaatua työntulos sopimusasiakirjojen määräysten mukainen. Suorittamatta olevat vähäiset viimeistelytyöt eivät estä vastaanottoa, jos niistä ei aiheudu estettä tai haittaa työntuloksen käyttöönotolle. (YSE 1998, 14, 71 § kohta 4.)
Viranomaistarkastus	Urakoitsijat tarkastavat rakennuskohteen lain ja suunnitelmien mukaisuuden vaadittujen viranomaisten kanssa ennen vastaanottotarkastusta.

Välitavoite

Urakkaohjelmassa määritetyt työvaiheiden valmistumistavoitteet. Usein sakollisia tavoitteita.

2 P1-PUHTAUSLUOKKA

P1-puhtausluokka määritellään työmaalle yleensä urakkarajaliitteessä. Työmaalle valitun puhtausluokan valinta vaikuttaa ratkaisevasti työmaan pölyn ja kosteuden hallinnan suunnitteluun. Valitun puhtausluokituksen saavuttaminen edellyttää kaikkien osapuolien yhteistyötä ja annettujen ohjeiden noudattamista. (RT 07-10946 2009, 11.)

2.1 P1-puhtausluokan toteutusohjeet

P1-puhtausluokkaan pääsemiseksi on työmaalle esitetty toteutusohjeita mm. materiaalien varastoinnista, tilojen osastoinnista ja rakennuksen siivouksesta. Nämä ohjeet ovat Sisäilmastoluokitus 2008 -julkaisusta ja ovat tässä tiivistettyinä.

Rakenteisiin ja sisätiloihin tulevat rakenteet on suojattava kuljetusten, työmaavarastoinnin, asennuksenvälivarastoinnin ja asennuksen ajaksi. Materiaalit on peitettävä sateelta, suojattava irtolialta sekä pidettävä irti maasta, jotta sade tai pintavedet eivät pääse kastelemaan materiaaleja. Rakennustarvikkeet tulisi varastoida sisätiloihin ja välivarastointia tulisi välttää. Rakennustarvikkeiden asennuksen aikana tulisi ilman olla kuivaa ja puhdasta. Asennuksen aikana ei saa lähettyvillä tehdä pölyäviä töitä. Suojauksessa ja varastoinnissa on noudatettava valmistajan antamia ohjeita, ja suojauksen rikkoutuessa on se välittömästi korjattava. Asennustyön keskeytyessä on materiaalit suojattava keskeytyksen ajaksi. (RT 07-10946 2009, 11.)

Tiloja voidaan osastoida P1-luokkaan työmaan eri vaiheissa. Esimerkiksi ilmanvaihto-asennuksien ajaksi voidaan osastoida työmaalle IV-asennusalue, joka vastaa puhtaus-

luokkaa P1. Viimeistään P1-osastointia käytetään, kun työmaalle tulee toiminta-
koevalmiita tiloja. Osastoinnin sisällä pölyä synnyttäviä töitä tulisi välttää. Mikäli pö-
lyäviä töitä on tehtävä, on osastoinnin sisällä käytettävä kohdepoistolla varustettuja
työkaluja ja laitteita. Mikäli osastoidun tilan vieressä on alempaan puhtausluokkaan
kuuluvia tiloja, on säännöllinen läpikulku kiellettävä. P1- puhtausluokitellut osastoin-
nit on selvästi ja näkyvästi merkittävä ”P1-puhtausluokan tila”-merkinnällä (ks. kuvio
2). Mikäli P1-puhtausluokan alueella tehdään pölyäviä töitä enemmän, on alue rajat-
tava osastoinnilla ja osastoitu tila alipaineistettava. P1-puhtausluokkaan osastoidut
tilat olisi hyvä olla ylipaineistettuja verrattuna ympäröiviin pölyisiin tiloihin, jolloin
pöly ei pääse kulkeutumaan P1-luokitellun osastoinnin sisäpuolelle. (RT 07-10946
2009, 12.)



KUVIO 2. Esimerkki suojaseinästä ja P1-osaston merkinnästä

Rakennussiivouksella varmistetaan työmaan puhtaustavoitteiden täyttyminen. Työmaaisessa siivouksessa käytetään imuria, lapiota tai lastaa. Harjan käyttö kaikissa tilanteissa ja kaikkina aikoina on kielletty. Toimintakoevalmiissa tiloissa on aina siivottava, jos pölyä on syntynyt. Loppusiivouksessa on puhdistettava kaikki pinnat, myös ei näkyvissä olevat. Loppusiivouksessa on käytettävä keskuspölyimuria tai hienopölyimuria, jonka 98 % suodatus on vähintään 3 µm hiukkasille. Kovien ja sileiden pintojen puhdistuksessa käytetään loppusiivouksessa nihkeäpyyhintää. Puhdistus- ja hoitoaineina on käytettävä hajusteettomia ja vähäpäästöisiä tuotteita. Kaikkien materiaalien puhdistuksessa on noudatettava materiaalivalmistajan ohjeita. (RT 07-10946 2009, 12.)

Kaikille työmaalla työskenteleville on tiedotettava työmaan puhtausluokituksista. Puhtausluokan kannalta olennaisille työntekijöille ja urakoitsijoille on järjestettävä koulutustilaisuus, jossa selvitetään puhtausluokan tavoitteet ja sen toteutumiseksi noudatettavat ohjeet ja tehtävät. Myös myöhemmin hankkeeseen tulevien työntekijöiden ja urakoitsijoiden on saatava sama informaatio. (RT 07-10946 2009, 12.)

P1-puhtausluokka esittää myös omat vaatimukset ilmanvaihdolle, jonka tarkoituksena on varmistaa ilmanvaihtojärjestelmän tuloilman hyvä ilmanlaatu. Hyvälaatuinen tuloilma tarkoittaa, että tuloilmasta ei saa löytyä pölyä tai haitallisia aineita, eikä siinä saa myöskään olla hajuja. Puhtausluokitus muodostuu ilmanvaihtojärjestelmän tuotteiden puhtausvaatimuksista sekä ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelulle ja toteutukselle asetettavista puhtausvaatimuksista. Ilmanvaihdon puhtausluokitus määritellään suunnitelma-asiakirjoissa tai urakkarajaliitteessä. Kuviossa 3 on ilmanvaihdon P1-luokitukselle asetetut vaatimukset. (RT 07-10946 2009, 15.)

- Tuloilmakanavat ja kanavaosat on tehty puhtausluokitelluista ilmanvaihtotuotteista tai työmaalla vastaavaan tasoon puhdistetuista muista tuotteista.
- Tiivistemateriaaleina käytetään rakennusmateriaalien päästöluokkaan M1 tai M2 luokiteltuja tai muuten emissioiltaan alhaisiksi tunnettuja materiaaleja.
- Luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnan pölykertymän keskiarvo saa olla enintään $0,7 \text{ g/m}^2$ suodatinmenetelmällä (Pasanen et. al. 1999) mitattuna tai visuaalisesti arvioituna (Narvanne 2001).
- Laitoksessa ei käytetä palautusilmaa lukuun ottamatta vain yhtä tilaa tai asuntoa palvelevia ilmanvaihtokoneita.
- Tuloilmassa ei saa käyttää hajusteita.
- Ilmanvaihtokoneiden tuloilmapuolelle asennetaan kaksipuolainen suodatus, jonka erotusaste vastaa taulukon 2.4.5 vaatimuksia.

KUVIO 3. Ilmanvaihdon vaatimukset (RT 07-10946 2009, 15)

P1-puhtausluokitus lisää myös loppusiivouksen määrää. Normaalisti työmaalla tehdään loppusiivous yhden kerran, mutta P1-töyömaalla siivous on kaksiosainen. Loppusiivouksen ensimmäinen osa tehdään ennen toimintakokeiden aloittamista. Siivouksen tulos tarkastetaan ja hyväksytyn tuloksen jälkeen voidaan aloittaa toimintakokeet. Ennen toimintakokeita tehtävässä siivouksessa siivotaan ja puhdistetaan myös alakaton yläpuoleiset rakennusosat. Ennen toimintakokeita tehtävän siivouksen tarkoituksena on estää rakennusaikaisen pölyn kulkeutumista ilmanvaihtolaitteisiin. Toimintakokeiden alkamisen jälkeen aloitetaan loppusiivouksen toinen vaihe, jossa puhdistetaan kaikki näkyvät pinnat liasta ja pölystä. Siivouksen toisen vaiheen tavoitteena on saada tilat vastaamaan tilaajan vaatimuksien ja odotuksien mukaista tasoa. (Puhtauden hallintaohje 2011, 6.)

Ennen toimintakokeita arvioidaan rakennuksen kaikki näkyvät pinnat. Arvioinnissa tarkastetaan lattia-, seinä-, kaluste- ja kattopinnat. Myös alakattojen yläpuoleiset pinnat arvioidaan, joten alakattoja ei kannata sulkea vielä ennen toimintakokeita, näin siivous- ja tarkastustyö helpottuu. Puhtauden arvioinnissa tarkastetaan jokaisen tilan kaikki pinnat silmämääräisesti. Pintojen pölykertymä voidaan mitata tarvittaessa geeliteippimenetelmällä (ks. kuvio 4) INSTA 800 -standardin mukaisesti aikaisintaan 2

tuntia siivouksen jälkeen. Rakennuksen puhtauden arvioinnissa voidaan käyttää INSTA 800 -standardin mukaista menettelyä, mikäli esim. osapuolet eivät pääse yksimielisyyteen rakennuksen puhtaudesta tai arviointitavasta. (RT 07-10946 2009, 11.)

Tarkastusajan-kohta	Arvioitavat pinnat	Pöly-kertymä %
Ennen ilman-vaihdon toimintakokeita	<ul style="list-style-type: none"> • Alakaton yläpuoli • Pinnat yli 180 cm korkeudella • Pinnat alle 180 cm korkeudella (pl. lattiapinnat) 	5,0
Ennen rakennuksen luovutusta	<ul style="list-style-type: none"> • Pinnat yli 180 cm korkeudella • Pinnat alle 180 cm korkeudella 	1,0
	<ul style="list-style-type: none"> • Lattiapinnat 	3,0

KUVIO 4. Siivouksen puhtausvaatimukset (RT 07-10946 2009, 11)

2.2 P1-luokituksen vaikutus aikatauluun

P1-puhtausluokitus vaikuttaa aikataulun suunnitteluun eri lailla eri työvaiheissa. Loppusiivoukseen P1-puhtausluokka vaikuttaa eniten ajallisesti, sillä se kaksinkertaistaa loppusiivouksen keston. Muissa työvaiheissa sen vaikutus ajalliseen keston ei ole yhtä suuri. P1-puhtausluokan vaikutus muihin töihin näkyy esimerkiksi työvaiheiden järjestyksessä tai niiden suoritustavassa.

P1-puhtausluokan kaksivaiheinen loppusiivous on aloitettava hyvissä ajoin, jotta se ehditään suorittaa loppuun ajoissa. Normaalisti työmaalla tehdään loppusiivous vain kerran. Se, että loppusiivous joudutaan aloittamaan aikaisin, luo automaattisesti tilanteen, jossa muut työvaiheet täytyy olla aikaisemmin valmiita. Kun loppusiivouksen ensimmäinen vaihe on tehty, ei tiloissa voida suorittaa enää pölyäviä työvaiheita, joten tämä rajaa mahdolliset tehtävät työt lähinnä viimeistely- ja paikkaustöihin.

P1-puhtausluokitus vaikuttaa olennaisesti myös ilmanvaihtotöihin, sillä ilmanvaihto-asennukset on tehtävä P1-luokitetulla asennusalueella. Ilmanvaihtokanavien asennuksia ei voida jättää odottamaan loppusiivouksen ensimmäistä vaihetta, joten asennusalueeksi haluttava alue on kesken työmaan siivottava P1-puhtausluokkaan. Siivouksen lisäksi aikaa vie alueen eristäminen muusta työmaasta suojaseinillä. Siivouksen jälkeen alue on tarkastettava sekä hyväksyttävä asennusalueeksi. Kun ilmanvaihtokanavien asennustyöt on suoritettu, on vuorossa taas suojaseinien purku. Mikäli ilmanvaihtokanaviin halutaan asentaa venttiilit ennen loppusiivouksen ensimmäistä vaihetta, on jälleen rajattava asennusalue suojaseinillä ja siivottava P1-puhtaustasoon sekä hyväksytettävä alue asennusalueeksi.

P1-puhtausluokan vaatimus työmaalla määrittelee myös työjärjestykseen liittyviä asioita. Esimerkiksi väliovien asennus kannattaa tehdä aikaisessa vaiheessa, mikäli mahdollista. Tällöin saadaan huonetilojen välille automaattisesti rajaava tekijä, mikä helpottaa taas mahdollisia ilmanvaihdon asennusalueen rajauksia. Jos väliovet ovat paikallaan ja alue on hyväksytty ilmanvaihdon asennusalueeksi, sillä on vaikutusta myös varusteasennuksiin. Varusteasennus suunnitellaan tällöin tehtäväksi yhteen huoneeseen kerrallaan ja siivottavaksi heti asennuksen päätyttyä. Näin vältetään erillisten suojaseinien tekemiseltä ja saadaan suurempi aluekokonaisuus pysymään P1-puhtausluokassa.

3 AIKATAULU

3.1 Rakennushankkeen aikataulut

Rakennushankkeelle laaditaan aikatauluja hankkeen eri vaiheissa. Nämä ohjaavat hankkeen ajallista kestoa. Rakennushankkeelle laaditaan kokonaisaikataulu, joka kattaa koko rakennushankkeen elinkaaren hankesuunnitteluvaiheesta käyttöönottoon asti. Kokonaisaikataulun laadinnasta on vastuussa rakennuttaja, ja se on rakennus-

hankkeessa perustana kaikelle muulle ajalliselle suunnittelulle, sillä se määrää esimerkiksi rakennusurakoitsijan tuotantovaiheen pituuden. (RATU-KL 6015 2007, 8.)

Päätoteuttaja laatii rakennushankkeen tuotantovaiheesta yleisaikataulun, jonka perustana käytetään rakennuttajan tekemää yleisaikataulupohjaa. Lisäksi rakennuttaja on velvollinen toimittamaan päätoteuttajalle riittävät suunnitelma-asiakirjat aikataulusuunnittelun perustaksi. Päätoteuttajan laatima yleisaikataulu täytyy hyväksyttää rakennuttajalla rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukaisesti.

Urakoitsijan on osallistuttava tilaajan ja muiden urakoitsijoiden kanssa työaikataulun ja työsuunnitelman laatimiseen. Aikataulua laadittaessa on otettava huomioon toimintakokeiden ja koekäytön vaatima aika sekä urakoitsijan omien töiden järjestely. Työaikataulu hyväksytään yhteisesti noudatettavaksi ja aikataulun tarkentumista lukuun ottamatta sitä voidaan muuttaa vain yhteisesti sopimalla. (YSE 1998, 4, 5 § kohta 2.)

Päätoteuttaja tekee tarkentavia aikatauluja rakennushankkeen edetessä, jotka jakautuvat yleensä rakennushankkeen eri työvaiheiden perusteella. Yleisiä tarkentavia aikatauluja ovat esim. perustusvaiheen aikataulu, runkovaiheen aikataulu, sisävalmistusvaiheen aikataulu ja luovutusvaiheen aikataulu. Lisäksi päätoteuttaja voi käyttää aikataulutuksen apuna kolmiviikkoisikatauluja, joissa varmistetaan tuotannon sujuvuus seuraavan 3 viikon ajalta. Vieläkin tarkemmalle tasolle mennään viikkosuunnittelussa, jossa laaditaan vain tulevan viikon työt ja niiden aikataulutus. Näitä kahta käytetään paljon apuna töiden yhteensovittamisessa ja ne voidaan myös vaatia kaikilta urakoitsijoilta esitettäväksi urakoitsijapalaverieissa päätoteuttajan tai rakennuttajan puolesta. Näiden lisäksi erillisiä aikatauluja voidaan tehdä vain erillisistä työsuorituksista, joissa määrät on suuria ja halutaan varmistaa työn sujuvuus ja eteneminen. Aikataulujen tarkoituksena on aina tuotannon ajallinen ohjaus sekä laadunvarmistus.

3.2 Aikataulun laadinta

Rakennushankkeen aikataulun laadinta tehdään perustuen työmenekkeihin, työsaavutuksiin ja resursseihin. Työmenekit ja työsaavutukset löytyvät määrälaskentaluettelosta, tavoitelaskelmasta erottamalla, kokemukseen perustuen tai käyttämällä hyväksi RATU-aikataulukirjaa. RATU-aikataulukirja tarjoaa perustiedot tavoitteellisten aikataulujen tekoon. Aikataulun laadinnassa yleensä resurssien määrittäminen jää aikataulun laatijan vastuulle, sillä resursseilla voidaan määrittää, kuinka pitkään kyseinen työvaihe kestää. Mikäli resursseja on käytössä vain rajallinen määrä, nousee aikataulun laadinnassa työvaiheiden yhteensovitus entistä suurempaan asemaan. (RATU-KL 6015 2007, 19.)

Aikataulun laadinnan perusteena ovat siis laskutoimitukset työmenekki-en/työsaavutuksien välillä riippuen siitä, mikä on määräävänä tekijänä. Työsaavutus on aikayksikössä tuotettujen suoritteiden lukumäärä, esimerkiksi kpl/h ja m³/h. Työmenekki on puolestaan aika, jonka työntekijä tai kone tarvitsee yhden suoriteyksikön aikaansaamiseen, esimerkiksi tth/m² ja koneh/m³. Työryhmän työmenekki saadaan laskemalla työryhmään kuuluvien työntekijöiden työmenekkien summa. Työsaavutus ja työmenekki ovat siis toistensa käänteislukuja, mikäli työryhmä on yksi mies. Kaavoissa ja yksiköissä tth tarkoittaa työntekijätuntia ja tv tarkoittaa työvuoroa, jonka kesto on kahdeksan tuntia. Aikataulun tekoon on myös olemassa erilaisia lisäkertoimia, joilla voidaan ottaa huomioon mahdollisia häiriötekijöitä tai työtä vaikeuttavia tekijöitä. Tämänlaisia kertoimia on esimerkiksi talvityöskentelyyn. Kuvioissa 5 ja 6 on aikataulun työnkestojen laskentaan tarvittavia kaavoja. (RATU-KL 6015 2007, 9.)

$$\begin{aligned} \text{Työsaavutus} &= \frac{1}{\text{Työmenekki}} \\ & \quad \left[\frac{\text{yks}}{\text{tth}} \right] \quad \left[\frac{\text{tth}}{\text{yks}} \right] \\ \text{Työsaavutus} &= \frac{\text{Työryhmä} \times 8 \text{ th/tv}}{\text{Työmenekki}} \\ & \quad \left[\frac{\text{yks}}{\text{tv}} \right] \quad \left[\frac{\text{tth}}{\text{tv} \times \text{yks}} \right] \\ \text{Kokonaistyömenekki} &= \text{Määrä} \times \text{Työmenekki} \\ & \quad \left[\text{tth} \right] \quad \left[\text{yks} \right] \quad \left[\frac{\text{tth}}{\text{yks}} \right] \\ \text{Työn kesto} &= \frac{\text{Kokonaistyömenekki}}{\text{Työryhmä}} \\ & \quad \left[\text{h} \right] \quad \left[\frac{\text{tth}}{\text{tth}} \right] \quad \left[\text{tth} \right] \\ \text{Työn kesto} &= \frac{\text{Kokonaistyömenekki}}{\text{Työryhmä} \times 8 \text{ h/tv}} \\ & \quad \left[\text{tv} \right] \quad \left[\frac{\text{tth}}{\text{tth}} \right] \quad \left[\text{tth} \right] \quad \left[\text{tth} \right] \quad \left[\text{tv} \right] \times 8 \text{ h/tv} \end{aligned}$$

KUVIO 5. Aikataulukaavoja
(RATU-KL 6015 2007, 9)

$$\begin{aligned} \text{Työn kesto} &= \frac{\text{Suoritemäärä}}{\text{Työryhmän työsaavutus}} \\ & \quad \left[\text{tv} \right] \quad \left[\frac{\text{yks}}{\text{yks}} \right] \quad \left[\frac{\text{yks}}{\text{tv}} \right] \\ \text{Työn kesto} &= \frac{\text{Suoritemäärä} \times \text{Työmenekki}}{\text{Työryhmä} \times 8 \text{ h/tv}} \\ & \quad \left[\text{tv} \right] \quad \left[\frac{\text{yks}}{\text{yks}} \right] \quad \left[\frac{\text{tth}}{\text{yks}} \right] \quad \left[\text{tth} \right] \quad \left[\text{tv} \right] \times 8 \text{ h/tv} \end{aligned}$$

KUVIO 6. Aikataulukaavoja
(RATU-KL 6015 2007,10)

RATU:n kaavojen avulla saadaan laskettua työsuoritteisiin menevät ajat ja määritettyä vaaditut resurssit töiden suorittamiseen. Kaavoilla saadaan eri vastauksia riippuen siitä, millä tarkkuudella aikataulua tehdään. Yleisaikataulussa haluttu laskentatarkkuus on yleensä työvuoro, kun taas viikkosuunnittelussa halutaan työkestot tietää tunteina. Esimerkiksi määritettäessä yleisaikatauluun laatoituksen kesto, kun laatoitettava ala on 210 m² ja laatoituksen työryhmän työsaavutus on 14 m²/tv, saadaan tulokseksi 15 tv eli viiden päivän työviikoilla 3 viikkoa.

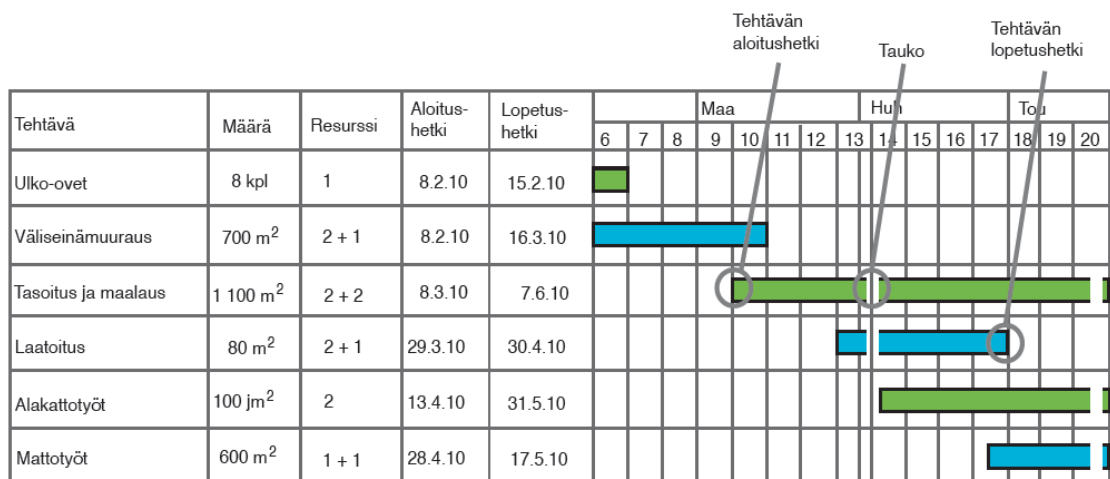
3.3 Aikataulujen esitystapoja

Aikatauluja voidaan esittää eri tavoilla riippuen aikataulun tarkkuudesta ja siitä miten ajallista etenemää halutaan esittää, mutta lähes aina erilaisten kuvaajien avulla. Kuvaajat helpottavat työmaan aikataulun hahmottamista ja aikataulun seuraamista.

Kuvaajien piirtoon käytetään nykypäivänä apuna eri ohjelmistoja. Tietotekniikan avulla aikataulun seuranta ja päivittäminen on yksinkertaista.

3.3.1 Jana-aikataulu

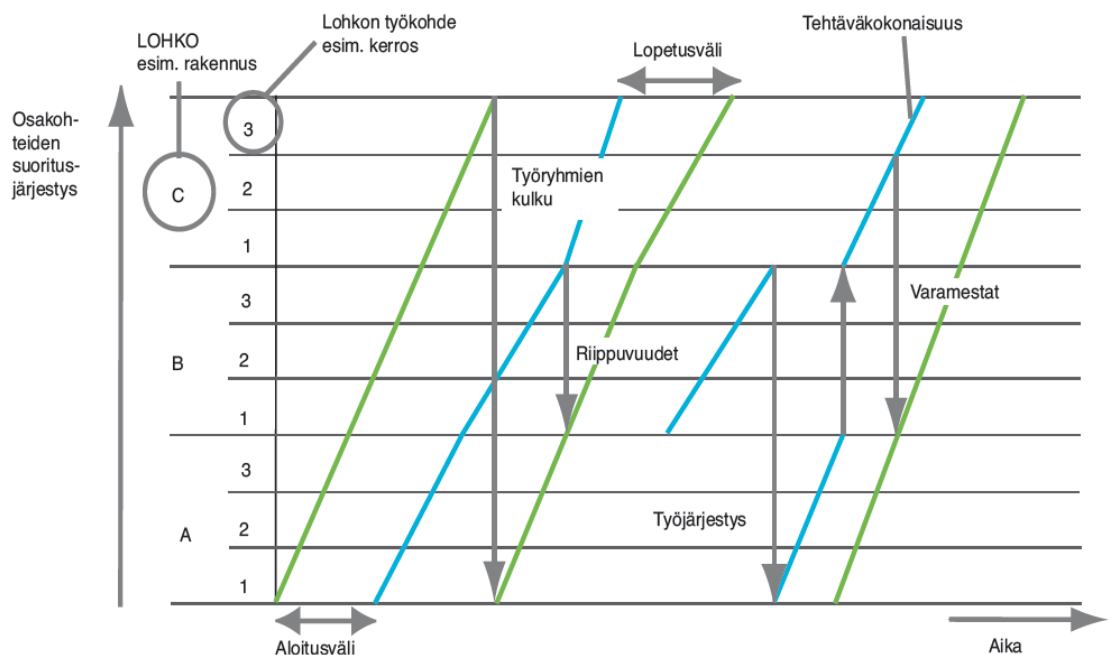
Janakaavio (ks. kuvio 7) on yleisin rakennushankkeen aikataulun esitystapa. Jana-aikataulussa pilkkotaan rakennushankkeen osa-alueet sopiviksi työvaihekokonaisuuksiksi. Tämän jälkeen työvaiheille annetaan tehtävänimikkeet ja listataan ne kaavion vasempaan laitaan, jota seuraa kalenterin merkitseminen vaaka-akselille esimerkiksi viikon numeroilla. Kunkin tehtävänimikkeen kohdalle piirretään jana, josta ilmenevät kyseisen tehtävän alkamis- ja loppumisajankohta. Janan pituudesta nähdään tehtävän kesto. Lisäksi kaaviossa voidaan esittää nuolilla riippuvuuksia eri työvaiheiden välillä. Jana-aikataulussa voidaan laittaa myös näkyville työvaiheiden määriä, työryhmien määriä, aloitushetki, lopetushetki ja työsaavutustavoitteita. Janakaaviossa voidaan esittää välitavoitteita tai tärkeitä pisteitä rakennushankkeen keskellä tekemällä jana-alueelle pystyviivoja ja kirjoittamalla niiden merkitys. Jana-aikataulun heikkous on epäselkeä esitystapa, kun halutaan esittää tehtävien etenemä paikan ja ajan suhteen. (RATU-KL 6021 2011, 21.)



KUVIO 7. Jana-kaavioesimerkki (RATU-KL 6021 2011, 21)

3.3.2 Paikka-aikakaavio

Vinoviiva-aikataulujen yleisin käyttötapa on paikka-aikakaavio (ks. kuvio 8). Työvaiheiden ajan ja paikan yhteensovituksessa käytetään paikka-aikakaaviota. Kaaviossa pysty-akselissa esitetään rakennushanke jaettuna paikkoihin esim. kerroksittain tai lohkoittain. Vaaka-akselilla esitetään kalenteri viikkoina tai päivinä. Paikka-aikakaaviossa esitetään siis työtehtävien kulku ajan ja paikan suhteen. Paikka-aikakaaviossa viivojen päällekkäisyys kertoo, mikäli samassa paikassa yritetään suorittaa kahta eri työvaihetta tai edeltävä työ on jäämässä seuraavan työn eteen. Kaaviosta myös ilmenee, mikäli työvaiheessa on joustoa häiriöitä varten, esim. lisä- ja muutostöitä. Paikka-aikakaaviosta on helppo seurata tuotannon nopeutta eri paikoissa, ja näin tehdä keskinäistä töiden tahdistamista. Paikka-aikakaaviota on helpompi tehdä erillisistä työvaiheista kuten sisävalmistusvaiheesta, mutta se käy myös yleisaikataulun ratkaisuksi. (RATU-KL 6021 2011, 25.)



KUVIO 8. Paikka-aikakaavioesimerkki (RATU-KL 6021 2011, 25)

4 TYÖMAAN LOPPUVAIHE

Työmaan loppuvaihe alkaa sovitusta viimeistelytyövaiheesta ja kestää aina vastaanottotarkastukseen asti. Työmaan loppuvaiheen päämääränä on luovuttaa rakennuskohde tilaajalle ennalta sovittuna päämääränä. Työmaan loppuvaihe on hankkeen kriittisimpiä vaiheita, sillä pienetkin virheet työvaiheiden aikataulullisessa ajoituksessa tai työvaiheiden päällekkäisyys voi johtaa työmaan luovutuksen myöhästymiseen tilaajalle.

4.1 Loppuvaiheen piirteet

Rakennustyömaan loppuvaiheessa korostuu myös urakoitsijoiden laadun valvonta. Lähes kaikki meneillään olevat työvaiheet ovat sellaisia, joissa tehdään pintoja ja jotka jäävät esille. Tässä vaiheessa huono laadunvalvonta johtaa rakennuksen lopputuloksessa epäkohtiin, joihin rakennustyön tilaaja tai käyttäjä ei ole tyytyväinen, ja näin ollen pintoja voidaan joutua korjaamaan tai tekemään kokonaan uusiksi. Myös pintojen alle piiloon jäävien asennuksien ja töiden dokumentointi tai hyväksyttäminen on tärkeää, sillä niiden silmämääräinen tarkastelu ei enää tämän jälkeen onnistu.

Mikäli urakoitsijat epäonnistuvat loppuvaiheen toteutuksessa sovittuun päivämäärään mennessä, on seurauksena sakkoja, jotka on määriteltä yleensä urakkasopimuksessa tai urakkaohjelmassa.

Jokaiselta työpäivältä, jonka urakan täyttäminen myöhästyy urakkasopimuksessa sovituista ajankohdista, tilaajalla on oikeus saada urakoitsijalta viivästyssakkoa sopimuksen määräysten mukaan. Ellei urakkasopimuksessa ole muuta mainittu, viivästyssakko on kultakin työpäivältä 0,05 prosenttia, kuitenkin sivuja aliurakassa 0,1 prosenttia, arvonlisäverottomasta urakkahinnasta. Viivästyssakko lasketaan urakan valmistamisen osalta enintään 50 työpäivältä ja välitavoitteineen enintään 75 työpäivältä. Tilaajalla ei ole oikeutta muuhun korvaukseen, ellei urakoit-

sija ole menetelty tahallisesti tai törkeän tuottamuksellisesti. (YSE 1998, 18 §.)

Loppuvaiheen epäonnistumisen johtaessa työmaan luovutuksen myöhästymiseen ja sakkoihin myös päätoteuttajan taloudelliset tavoitteet epäonnistuvat. Päätoteuttaja on yleensä vastuussa myös ali- tai sivu-urakoitsijoiden ajallisesta ohjauksesta, ja näin ollen myös heidän töidensä mahdollisesta myöhästymisestä. Loppuvaiheessa korostuu urakoitsijoiden välinen yhteistyö työskentelyssä, mutta myös aikataulun suunnittelussa.

5 P1-TYÖMAAN LOPPUVAIHEEN AIKATAULUN LAADINTA

5.1 Kohteen tiedot

Opinnäytetyön kohteena olivat Kyllön terveysaseman peruskorjaustyömaan vaiheet 6-9. Vaiheet 6-9 koskevat Total Kiinteistöpalveluiden toteuttamaa rakennustöiden osaa, ja vaihe 10 on erikseen kesällä 2012 toteutettava maanrakennusurakka koskien piha-alueiden uusintaa. Työmaa sijaitsee Jyväskylässä keskussairaalan mäellä. Peruskorjaus sisältää avoterveydenhuollon, hammashuollon, fysioterapian sekä neuvolan tilojen peruskorjauksen. Näissä tiloissa rakennuksesta on purettu lähes kaikki väliseinät ja LVIAS-tekniikka. Peruskorjauksessa tilalle rakennetaan uudet seinät tilajärjestelyiden vuoksi ja päivitetään LVIAS-tekniikka vastaamaan tämän päivän vaatimuksia. Hankkeessa korjataan myös vesikatot ja uusitaan osa julkisivumuurauksesta. Rakennushanke toteutetaan Tervetalo-hankkeena. Tilaajana hankkeessa toimii Jyväskylän Tilapalvelu. Tilaajan rakennuttajakonsulttina toimii ISS Proko Oy. (Urakkaohjelma 2011, 5.)

Työmaa on laajuudeltaan 4140 m², jossa rakennuskuutioita 12420 m³. Työmaa on alkanut 4.7.2011, ja sen luovutus on 26.10.2012. Kohteen välitavoitteet ovat olleet

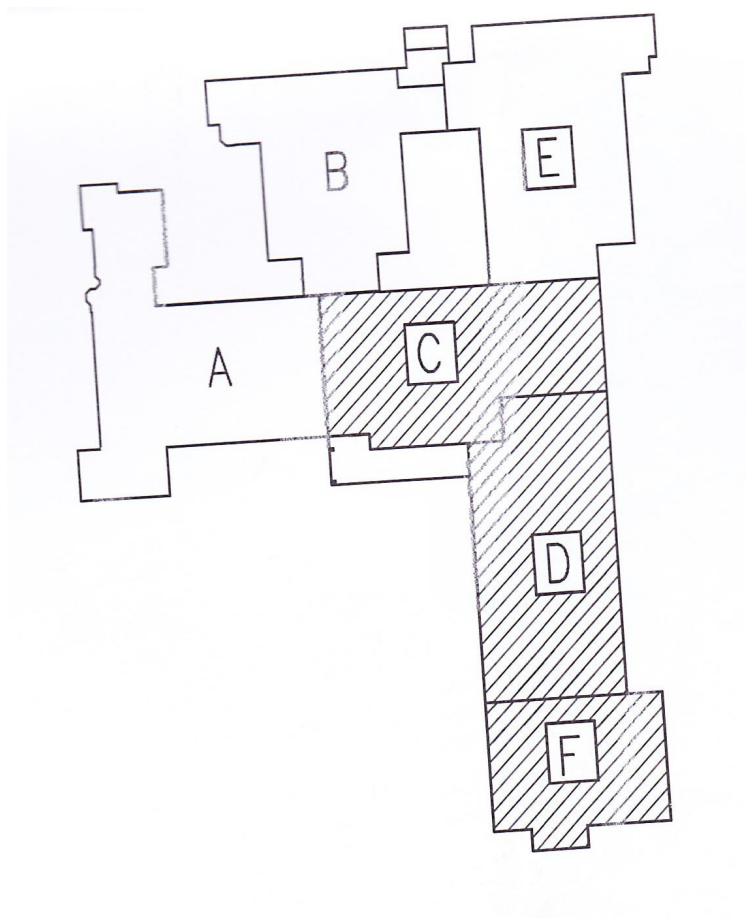
- sisäpuoleiset purkutytöt kokonaisuudessaan valmiit 30.9.2011
- vesikattotyöt valmiit 31.12.2011
- sisäpuoleiset väliseinät pinnoitusta vaille valmiit 29.2.2012.

Näihin välitavoitteisiin pääurakoitsijana toimiva Total Kiinteistöpalvelut Oy on päässyt. Seuraavana välitavoitteena on toimintakoevalmius 11.9.2012 mennessä. Seuraavaan välitavoitteeseen pääsemisen varmistaminen on ollut olennainen tekijä opinäytetyön motiiveissa. (Urakkaohjelma 2011, 10.)

Rakennushankkeen urakkarajaliitteessä on kerrottu, että työmaa on toteutettava P1-puhtausluokassa ja sen tuomat lisävaatimukset on otettava huomioon rakennustöiden aikataulun suunnittelussa. Rakennustyömaalle on urakkarajaliitteen mukaan tehtävä erillinen kosteudenhallintasuunnitelma sekä puhtaudenhallintasuunnitelma, jossa otetaan huomioon P1-luokitus. Nämä suunnitelmat on tehnyt vastaava työnsuunnittelija työmaan alussa. Urakkarajaliitteessä määrätään myös ottamaan huomioon Sisäilmasto 2008 julkaisun ohjeet P1-luokitellun ilmanvaihtoasennuksen osalta, joka vaikuttaa myös pääurakoitsijan työn ja aikataulun suunnitteluun. Lisäksi työmaalle on tehtävä urakkarajaliitteen mukaan erillinen täydentävä aikataulu koekäyttöön, vastaanottoon ja käyttökoulutukseen liittyvistä toimenpiteistä, jossa on esitetty eri osapuolten valmiusvaatimukset aikataulun toteutumiselle. Tehdyn aikataulun päämääränä on varmistaa edellisen kohdan toteutuminen. Vastaanottoaikataulu laaditaan vielä erikseen noin kaksi kuukautta ennen luovutusta. Näin voidaan sopia tarkat päivämäärät kullekin vastaanottomenettelyn vaatimalle toimenpiteelle. (Urakkarajaliite 2011, 4-5.)

Rakennuskohde on jaettu arkkitehtipohjakuviin kolmeen eri rakennusosaan (ks. kuvio 9). Nämä osat ovat F-, D- ja C-osa. F- ja C-osa ovat kaksikerroksisia. Näin ollen rakennus jakautuu automaattisesti 5 osaan, kun sen jokaisen lohkon jokainen kerros on oma osansa. Tätä lohkojakoa voidaan käyttää hyväksi rakennustöiden aikataulusuunnittelussa. Pinta-alaltaan lohkot ovat

- F-osan 2. kerros 458 m²
- F-osan 1. kerros 540 m²
- D-osan 1. kerros 1149 m²
- C-osan 2. kerros 945 m²
- C-osan 1. kerros 960 m².



KUVIO 9. Työmaan pohjakuva hahmotelma

Urakkamuotona Kyllön terveysaseman peruskorjauksessa on jaettu-urakka. Rakennusurakoitsijalla on kohteessa pääurakoitsijan vastuut ja tehtävät. Vaikka aikataulun laadinta on osa pääurakoitsijan velvollisuutta, on myös sivu-urakoitsijoilla aikataulun laadinnassa olennainen osa, sillä työmaan viralliset aikataulut hyväksytään yhteisesti

työmaan aikatauluiksi työmaakokouksissa. Seuraavat urakat toteutetaan kohteessa pääurakoitsijalle alistettuina sivu-urakoina

- Maanrakennusurakka
- Ilmanvaihtourakka
- Putkiurakka
- Sähköurakka
- Rakennusautomaatiourakka
- Turvalaiteurakka
- Kulunvalvontaurakka
- Lukkourakka.

5.2 Aikataulupohjan laadinta

Aikataulun laadinta aloitettiin rajaamalla, mitkä työvaiheet otetaan huomioon loppuvaiheen aikataulussa. Rajaus oli tärkeä suorittaa ensimmäisenä, jotta aikataulu ei venynyt liian suureksi käsitellä ja rajauksella pystyttiin määrittämään, mistä työvaiheista täytyi selvittää rakennusosien työmäärät. Rajauksessa käytettiin myös vain sellaisia työvaiheita, jotka ovat alkavia työvaiheita, eikä jo käynnissä olevia. Aikatauluun huomioitaviksi työvaiheiksi valittiin seuraavat työvaiheet rakennusurakoitsijalta

- Mattotyöt
- Kalusteasennus
- Välioviasennus
- Kalusteiden välitilan laatoitustyöt
- Varusteasennus
- Hammaslääkärituolien asennus
- P1-siivous (Loppusiivouksen vaihe 1)
- Alakattolevyjen asennus
- Loppusiivous (Loppusiivouksen vaihe 2).

Hammaslääkärituolien asennustyöt tai hankinta eivät kuuluneet rakennusurakoitsijalle, vaan ne ovat käyttäjän erillishankinta. Niistä aiheutuvia töitä rakennusurakoitsijalle ovat siirrot asennuskohteisiin ja mahdolliset siivoustyöt. Hammaslääkärituolien asennustyö haluttiin huomioida aikataulussa, koska se ajoittuu lähelle työmaan toimintakoevalmiutta, ja näin ollen väärään aikaan tehtynä ja väärin mitoitettuna se voisi viivästyttää työmaata.

Aikataulun laadinnassa otettiin huomioon myös pihatyöt, mutta vain niiden ajoittaminen muihin töihin nähden. Pihatöistä laadittiin oma erillinen aikataulunsa, koska niiden suorittamiseen ei vaikuttanut P1-puhtausluokka. Lisäksi pihatyöt voitiin suorittaa lähes irrallaan muista työvaiheista, ja sivu-urakoitsijoiden työn määrä on kyseisissä töissä hyvin pieni maanrakennusurakkaa lukuun ottamatta.

Aikatauluun rajattujen työvaiheiden työmäärät täytyi selvittää seuraavaksi. Koko rakennukseen tulevat määrät olisivat löytyneet määräluettelosta. Osakohdejaon takia täytyi kuitenkin jokaisen osakohteen työmäärät laskea kullekin työvaiheelle. Määrät laskettiin käsin rakennuksen työpiirustuksista, ja määrälaskentaluettelosta pystyi tarkistamaan, olivatko määrät oikeat. Työvaiheiden työmäärien sekä tiedossa olevien resurssien perusteella voitiin käyttää hyväksi RATU-aikataulukirjaa ja luoda näin pohja töiden kestoille.

Sivu-urakoitsijoiden työt rajattiin kalusteasennuksiin, toiminnantarkastuksiin ja toimintakokeisiin. Lisäksi sähköurakoitsijalta huomioitiin myös valaisinasennukset. Heidän työvaiheidensa kestot otettiin suoraan yleisaikataulusta, johon he itse olivat omien työvaiheidensa kestot määrittäneet. Koska yleisaikataulu on yhteisesti hyväksytty työmaakokouksessa, on se edelleen päälähtökohtana loppuvaiheen aikataulua tehtäessä.

Ennen itse aikataulun laadintaa täytyi selvittää töiden väliset riippuvuudet. Mattotyöt täytyy aloittaa töistä ensimmäisenä, sillä kalusteasennuksia ei voida suorittaa ennen

kuin matot on asennettu. Kalusteasennukset taas täytyy olla tehtynä, ennen kuin voidaan tehdä kalusteiden välitilojen laatoitus. Kalusteiden välitilalaatoitustyöt täytyy olla tehtynä ennen varusteiden asennusta, sillä esimerkiksi peilikaapit asennetaan laatoitusten päälle. Myös väliovien asennus olisi hyvä olla tehtynä ennen varusteiden asentamista, jotta asennustöistä mahdollisesti aiheutuva pöly ei leviäisi asennustilasta muualle. P1-siivousta ennen kaikki edelliset työvaiheet olisi hyvä olla suoritettuna, jotta tilat pysyvät siistinä ja pölyttöminä toimintakokeita varten. Alakattolevyjen asennus voidaan aloittaa vasta, kun tilat on hyväksytty toimintakoeikäyttöön, sillä alakattojen yläpuoleiset tilat täytyy päästä tarkistamaan ennen toimintakokeiden aloitusta. Loppusiivous voidaan aloittaa vasta, kun kaikki työvaiheet on suoritettu. Loppusiivouksen kesto on rajattu viiteen viikkoon, sillä se päästään aikaisintaan aloittamaan toimintakokeiden jälkeen, kun alakatot on asennettu, ja se täytyy olla suoritettuna vastaanottopäivään mennessä.

Kun töiden kestot ja töiden väliset riippuvuudet oli saatu selvitettyä, voitiin laatia loppuvaiheesta jana-aikataulu. Jana-aikatauluun kirjattiin ylös töiden määrät, jotta laadittaessa lopullista aikataulua, voitiin töiden kestoa automaattisesti muokata työsaavutuksia muuttamalla. Lisäksi osakohdejakoä käytettiin hyväksi. Jokainen työvaihe kirjattiin aikatauluun osakohteiden kestojen avulla ja määritettiin aikatauluun osakohteen sijainti. Näin saatiin samalla tehtyä työmaan loppuvaiheen aikataulusta myös paikka-aikakaavio.

5.3 Lopullisen aikataulun laadinta

Kun aikataulupohja oli valmiina, pystyttiin vastaavan työnjohtajan kanssa tarkistamaan töiden aloitusten päivämäärät sekä niihin varatut kestot. Aikataulupohjan työvaiheiden kestot olivat liian pitkiä osassa työvaiheita. Lisäksi työvaiheiden aloittaminen oli määritetty vain työmaan kannalta sopivina hetkinä, eikä tavarantoimittajien mahdollisista viivästyksistä ollut etukäteen tietoa.

Lopullisen aikataulun laadinta aloitettiin varmistamalla tavaratoimitusten päivämäärät. Alustavasti oli ajateltu kalustetöiden alkavan viikolla 18, mutta kalustetoimittaja pystyi aloittamaan kalusteiden toimituksen vasta viikolla 21, joten työn aloitus myöhästyi siis kolmella viikolla. Kalusteasennustyön viivästyminen ei muuttanut aikataulua merkittävästi, sillä yhden asentajan sijaan asentajia olikin tulossa kaksi, joten työt saatiin etenemään niille suunnitellussa välissä, koska työn kesto oli luultua lyhyempi. Tämä työn nopeutuminen merkitsi myös sitä, että mattotöiden resursseja olisi työvaiheen lopussa lisättävä, jotta mattotyöt ehtisivät valmistua ajoissa ennen kalusteasennuksia.

Myös väliviasennuksen aloittaminen myöhästyi ajatellusta päivämäärästä noin 3 viikkoa, joten väliviasennus olisi edennyt liian hitaasti siihen varatuilla resursseilla aikatauluun nähden. Väliviasennukseen päätettiin lisätä tuplamäärä resursseja, jotta työvaihe etenisi työmaan kannalta paremmin. Väliviasennuksen resurssien lisäys vaatii lisätyövoiman etsimistä työmaalle, sillä väliviasennuksen ollessa noin puolessa välissä alkavat myös varusteasennukset, jotka vaativat samaan aikaan saman ammattitaidon osaavia resursseja. Kun työmaa normaalisti eteni neljän rakennusammattimiehen työpanoksin, tässä vaiheessa resursseiksi tullaan tarvitsemaan ainakin kuusi rakennusammattimiestä. Oli tärkeää huomata ajoissa tarve resurssien lisäykseen, sillä työvaiheet ajoittuvat kesä-, heinä- ja elokuulle. Kesälomat vähentävät resursseja näinä kuukausina, joten työmaalla voidaan tarvita aikataulun toteutumiseksi lisäresursseja esimerkiksi vuokratyöntekijöitä.

Kalusteiden välitilojen laatoitustyöt tehdään suunnitellusti kalusteasennuksien jälkeen. Vain laatoitustöiden ajankohta muuttui hieman kalusteasennuksien päivämäärien muututtua. Laatoitustöiden tekeminen heti kalusteasennuksien jälkeen on tärkeää, jotta putkiurakoitsija pääsee tekemään omat kalusteasennuksensa ja sähköurakoitsija omat valaisinasennuksensa. Myös hammaslääkärituolien asennuspäivämäärät muuttuivat, mutta työvaiheen kesto säilyi samana.

Vastaavan työnjohtajan kanssa töitä yhteen sovitettaessa todettiin, että P1-puhtausluokka ei vaikuta edellä mainittujen työvaiheiden kestoon olennaisesti. Ainut työvaihe, johon P1-puhtausluokitus vaikutti olennaisesti, oli loppusiivouksen ensimmäinen vaihe. Loppusiivouksen ensimmäiseen vaiheeseen varattiin aikaa noin $2,3 \text{ h}/100\text{m}^3$, kun RATU-aikataulukirjan mukaan aikaa tarvitsee varata n. $1,40\text{h}/100\text{m}^3$. Loppusiivouksen toinen vaihe on työmäärältään pienempi ja kyseiselle työvaiheelle on urakkaohjelmasta tulevat aikataululliset rajat.

Kun pääurakoitsijan työvaiheet oli sovitettu aikatauluun, aloitettiin sivu-urakoitsijoiden työvaiheiden yhteensovitus pääurakoitsijan aikatauluun. Tämä tehtiin haastatteleamalla heidän työnjohtajiaan ja käymällä aikataulu yhdessä läpi. Aikataulun yhteensovituksen lisäksi tiedusteltiin, oliko näiden työvaiheiden aikataulutuksessa vaikutusta P1-puhtausluokituksesta.

Ilmanvaihtourakoitsijan työvaiheisiin P1-puhtausluokitus vaikuttaa olennaisesti. Ilmanvaihtuventtiilien asennukset päätettiin tehdä vasta loppusiivouksen ensimmäisen vaiheen jälkeen. Näin ollen urakoitsija pääsee asentamaan ilmanvaihtuventtiilit kerralla, ilman työn keskeytymistä, mutta myös asennukseen varattu aika pienenee huomattavasti. Lisäksi pääurakoitsijan ylimääräisen työn määrä pienenee, kun ei tarvitse suorittaa erillistä P1-siivousta ja alueiden osastointia ilmanvaihtuventtiilien asennusta varten.

Työmaalla pidettiin aikataulupalaveri, jossa käytiin aikataulu läpi ilmanvaihto-, sähkö- ja putkiurakoitsijoiden kanssa. Palaverissa käytiin läpi eri työvaiheiden etenemät ja varmistettiin urakoitsijoiden tyytyväisyys rakennustöiden etenemiseen. Ilmanvaihtourakoitsijan kanssa aikataulu oli jo tarkastettu ja heidän työvaiheensa sovitettu rakennustöiden kanssa yhteen. Putkiurakoitsija oli omaan yleisaikataulusuunnitelmaan tyytyväinen eikä halunnut tehdä muutoksia loppuvaiheen aikatauluun, koska urakan työvaiheet sopivat hyvin yhteen rakennustöiden kanssa. Sähköurakoitsija oli myös tyytyväinen yleisaikataulun mukaiseen suunnitelmaan, eikä halunnut tehdä muutoksia loppuvaiheen aikatauluun. Putkiurakoitsija ehdotti laatoitustyön ja sähkö-

urakoitsija maalaustyön lisäämistä loppuvaiheen aikatauluun, mutta pääurakoitsija ei halunnut keskeneräisiä työvaiheita lisättäväksi aikatauluun. Sovittiin, että näistä tehdään oma erillinen lopputyövaiheidensuunnitelma kyseisiä aliurakoita suorittavien aliurakoitsijoiden kanssa. Automaatiourakoitsija ei päässyt saapumaan palaveriin, mutta ilmoitti sähköpostilla, että F- ja D-osan huonesäätimien asennuksien aloitusta siirrettäisiin kolmella viikolla eteenpäin yleisaikataulussa sovitusta ajankohdasta, jotta asennuksien ajoitus sopisi paremmin yhteen rakennustyövaiheiden kanssa.

6 YHTEENVETO

Kaikkien osapuolten töiden yhteen sovituksen jälkeen päivitettiin aikataulupohja vastaamaan sovittuja asioita ja tuloksena oli loppuvaiheen aikataulu (ks. liite 1 ja 2) sekä paikka-aikakaavio (ks. liite3). Loppuvaiheen aikataulu tarkastetaan vielä kaikkien osapuolten kesken urakoitsijapalaverissa. Näin voidaan varmistaa, ettei myöhemmin tule erimielisyyksiä aikataulun toteutumisesta urakoitsijoiden kesken.

Rakennustöiden osalta loppuvaiheen aikataulun suunnittelussa on tärkeää aloittaa aikataulun suunnittelu tarpeeksi ajoissa, jotta toimitukset voidaan alustavasti jo sopia haluttuihin päivämääriin. Näin vältetään resurssien lisäämisen tarve ja voidaan huomioida myös muiden urakoitsijoiden haluamat työvaiheet aikataulussa. Rakennustöiden loppuvaiheen aikataulun suunnittelussa P1-puhtausluokitus ei vaikuta olennaisesti, vaan lisää vain aputöiden määrää työmaalla.

Ilmanvaihtotöiden osalta P1-puhtausluokitus vaatii suunnittelua aikataulun yhteensovituksessa, mutta ei pidennä töiden kestoja. Sähkötöiden tekemisessä P1-puhtausluokitus vaikuttaa ainoastaan valaisinasennukseen. Valaisinasennus olisi hyvä suorittaa jo P1-puhtausluokkaan määritellyssä tilassa, jotta valaisimia ei tarvitsisi suojata. Mikäli tämä ei ole mahdollista, tulee tilojen puhkaus olla yleisesti jo hyvä ja valaisimet suojata pölyltä asennuksen jälkeen. Putki- ja automaatioasennuksiin P1-puhtausluokituksella ei ole vaikutusta.

Opinnäytetyön yhtenä tarkoituksena oli kerätä yhteenveto yleisistä ohjeista P1-työmaan aikataulu suunnitteluun. Tämä ei kuitenkaan onnistunut, koska kuten jo aiemmin todettiin, P1-puhtausluokka ei vaikuta olennaisesti aikatauluun, vaan on enemmän kustannuksia lisäävä tekijä.

Paikka-aikakaavion analyysi

Paikka-aikakaavion (ks. liite 3) viivojen risteämät johtuvat rakennustöiden ja talotekniikkatöiden etenemisnopeuden erosta. Lisäksi osa risteämisistä ovat pakollisia työvaiheiden kannalta, kuten esimerkiksi vesikalusteiden asennus on aloitettava ajoissa suuresta vesikalustemäärästä johtuen, mutta kalustevälilaatoitukset voidaan tehdä vasta kalusteasennuksen jälkeen. Näin kalustevälilaatoitus alkaa vesikalusteasennuksen jälkeen, mutta etenee nopeammin, samalla tehden lisää valmista kalustuspintaa putkiurakoitsijalle, joten näin viivat risteävät paikka-aikakaaviossa.

Paikka-aikakaavion risteämät johtuvat myös suunnitteluperusteiden ja -tavoitteiden erosta. Rakennustekniset työt on pyritty suunnittelemaan ajallisesti hyvin realistiseksi ja samalla jättämään pieniä häiriövarauksia töiden välille. Muiden urakoitsijoiden työt on ajallisesti suunniteltu alkamaan heti, kun mahdollista ja häiriövaraukset on itse työvaihekestojen sisällä. Näin ollen jana-aikataulussa muiden urakoitsijoiden töiden kestot on pitkiä ja paikka-aikakaaviossa syntyy risteämiä rakennusteknisten töiden kanssa. Kaikki loppuvaiheen työt pitäisi ajallisesti suunnitella samoin perustein, jotta paikka-aikakaaviossa ei olisi risteämiä.

7 POHDINTA

Loppuvaiheen aikataulun tekeminen tulisi aloittaa ajoissa, jotta saadaan tarvittavat työvaiheet otettua huomioon. Keskenäisiä työvaiheita ei haluttu tässä työssä ottaa huomioon, sillä jos työvaihe kärsisi pienen häiriön ja olisi aikataulun esittelytilanteessa jo väärin suunniteltu, ei se antaisi hyvää kuvaa aikataulun suunnittelusta. Loppu-

vaiheen aikataulua tehdessä on syytä muistaa ottaa huomioon myös muut urakoitsijat ja kuunnella heidän toiveitaan aikataulua tehdessä. Lisäksi urakoitsijoiden työjohtolla on usein työmaan ajallisesta suunnittelusta kokemuksen kautta hankittua korvaamatonta tietoa, jota ei löydy kirjoista.

Tämän työn lopputulos oli työmaalle hyödyllinen aikataulu, jossa käsiteltiin loppuvaiheen kannalta olennaiset työvaiheet. Aikataulua jouduttiin muokkaamaan tavarantoimitusten varmistuttua eri muotoon ja lisäämään työmaan resursseja. Tästä voidaan päätellä, että työmaan loppuvaiheen suunnittelu täytyy aloittaa ajoissa. Näin saadaan loppuvaiheen tavarantoimitukset ja asennustöiden aloitukset sovittua haluttuihin ajankohtiin ja välttämään resurssien puutteelta.

P1-luokituksen vaikutuksen tutkiminen osoittautui hyödylliseksi, vaikka sen vaikutus ei ollut ajallisesti suuri. Opinnäytetyö helpottaa rakennustyön loppuvaiheen suunnittelua, kun tiedetään mihin asioihin tulee kiinnittää huomiota loppuvaiheen ajallisessa suunnittelussa. Kun opinnäytetyön lopputuloksena todettiin, ettei P1-luokitus vaikuta loppuvaiheen ajalliseen suunnitteluun, vaan on kustannuksellinen tekijä, olisi mielenkiintoista tietää, mitkä ovat P1-luokituksen todelliset kustannusvaikutukset työmaan aikana.

LÄHTEET

Laitiainen T. 2012, Vastaava työnjohtaja, keskustelu 29.3.2012

Puhtaudenhallintaohje, 2011, Kyllön terveysaseman peruskorjaus vaiheet 6-10, 6.5.2011

RATU-KL 6015 2007, Aikataulukirja 2008, Helsinki; Rakennustieto Oy

RATU-KL 6021 2011, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, Helsinki; Rakennustieto Oy

RT 07-10946 2009, Sisäilmastoluokitus 2008

RT 80271 2000, Sivu-urakan alistamissopimus, Rakennustietosäätiö

Urakkaohjelma, 2011, Kyllön terveysaseman peruskorjaus vaiheet 6-10, 6.5.2011

Urakkarajaliite, 2011, Kyllön terveysaseman peruskorjaus vaiheet 6-10, 6.5.2011

YSE 1998, Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, RT 16-10660

LIITE 1. P1-työmaan loppuvaiheen aikataulu, osa 1



LIITE 2. P1-työmaan loppuvaiheen aikataulu, osa 2

